

Best Available Copy

PCT/JP2004/011713

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

09. 8. 2004

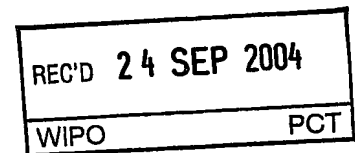
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 8月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-305402
[ST. 10/C]: [JP2003-305402]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

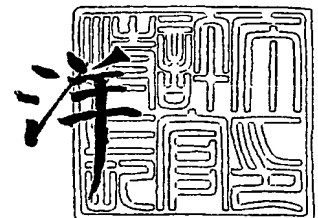


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3081623

【書類名】 特許願
【整理番号】 2925150038
【提出日】 平成15年 8月28日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 永井 秀男
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100090446
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中島 司朗
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014823
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9003742

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板と、前記基板の主面上に結晶成長によって形成された半導体多層膜とを有し、
前記半導体多層膜は、第 1 の導電型層、発光層、第 2 の導電型層を、前記基板側からこの順に含み、

前記半導体多層膜の最外層から、少なくとも第 1 の導電型層までが除去された多層膜除去部が、前記主面外周に沿って形成されていて、
前記半導体多層膜の前記多層膜除去部に面した側面および前記最外層主面を覆う蛍光体膜を備えたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】

前記半導体多層膜は、前記基板と前記第 1 の導電型層との間に形成された反射層を含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

【請求項 3】

前記反射層は、AlGaIn 系半導体からなることを特徴とする請求項 2 記載の半導体発光装置。

【請求項 4】

前記第 1 の導電型層上に形成された第 1 の電極と、
前記第 2 の導電型層上に形成された第 2 の電極と、

前記半導体多層膜とは反対側の前記基板主面上に形成された、第 1 の給電端子と第 2 の給電端子とを有し、

前記第 1 の電極と前記第 1 の給電端子とが、前記基板に開設された第 1 のスルーホールを含む第 1 の導電部材を介して接続され、

前記第 2 の電極と前記第 2 の給電端子とが、前記基板に開設された第 2 のスルーホールを含む第 2 の導電部材を介して接続されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 5】

前記多層膜除去部は、前記基板が露出するように、前記半導体多層膜の全層に渡って除去されてなり、

前記第 1 および第 2 のスルーホールは、前記基板の前記多層膜除去部に対応する部分に開設されていることを特徴とする請求項 4 記載の半導体発光装置。

【請求項 6】

前記基板が、SiC、AlN、GaIn、BN、Si の内のいずれか一の材料で形成されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 7】

前記半導体多層膜における、前記発光層からの光の取出し側表面に凹凸が形成されていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 8】

前記発光層からの出射光が少なくとも 380 nm 以上 780 nm 以下の範囲の波長成分を含むことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 9】

プリント配線板と、
前記プリント配線板に実装された、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置とを有することを特徴とする発光モジュール。

【請求項 10】

請求項 9 の発光モジュールを備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項 11】

結晶成長により、基板の一方の主面上に発光層を含む半導体多層膜を形成する第 1 の工程と、

前記半導体多層膜の一部を除去して前記一方の主面を露出させ、当該半導体多層膜を複数の領域に分割する第 2 の工程と、

前記露出した主面部分と前記分割された半導体多層膜の各領域を覆うように蛍光体膜を形成する第 3 の工程と、
前記基板を前記領域ごとにダイシングする第 4 の工程と、
を有することを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体発光装置、発光モジュール、照明装置、および半導体発光装置の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオード（以下、「LED（Light Emitting Diode）」と言う。）チップ等の半導体発光装置、当該半導体発光装置を用いた発光モジュールおよび照明装置、並びに半導体発光装置の製造方法に関し、特に、蛍光体によって所望色の可視光を得る半導体発光装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

LEDは白熱電球やハロゲン電球に比べて高効率・長寿命であり、特に、近年、白色LEDの高輝度化が進むにつれ、当該白色LEDを照明用途に用いる研究が活発になされている。現在、白色LEDの主流は、青色光を発するLEDベアチップと当該青色光で励起されて黄色光を発する蛍光体とを組み合わせ、青色光と黄色光との混色によって白色光を得るものである。

【0003】

このような白色LEDは、大きくは、LEDベアチップを得るウエハ・プロセスと当該LEDベアチップをパッケージして白色LEDに完成するアセンブリ・プロセスを経て製造される。

【0004】

LEDベアチップは、そのままでは使用できないので、アセンブリ・プロセスにおいて、リードフレームやプリント配線板に実装する。実装されたLEDベアチップの上から、蛍光物質を混入した樹脂を滴下して固め、蛍光体膜を形成する。さらに、蛍光体膜の周囲を樹脂でモールドする等の工程を経て白色LEDが完成する。完成後の白色LEDは、電気的・光学的特性の検査の後、出荷される。

【0005】

しかし、上記のようにして製造する白色LEDは、光学的特性に関する不良率が高くなるといった問題を有している。すなわち、上記白色LEDでは、LEDベアチップ上に蛍光物質を混入した樹脂を滴下して固化するといった方法で蛍光体膜を形成しているので、当該蛍光体膜の厚みにばらつきが生じやすい。そして、上記白色LEDでは、青色光と黄色光の光量バランスによって色温度が決定されるところ、蛍光体膜が厚くなると青色光が減り、黄色光が増えて色温度が低めの白色光となり、この逆に、蛍光体膜が薄いと色温度が高めの白色光となって、所望の色温度が得られないからである。また、蛍光体膜の厚みが許容限度を超えて不均一になってしまうと、問題となる色むらが発生してしまうからである。

【0006】

このような不良の発生した白色LEDは、上記した光学的特性の検査ではねられることとなり、完成品（白色LED）の歩留まりの低下を招いていた。

【0007】

以上のような状況の下、完成品の歩留まりを向上するため、アセンブリ・プロセスの前に色むら等の検査を行いたいという要請があった。これに応えるべく開発されたものとして、特許文献1に記載されたLEDチップが知られている。

【0008】

特許文献1に記載のLEDチップは、LEDベアチップよりも一回り大きな主面積を有する基板（サブマウント素子）上にLEDベアチップを搭載し、当該LEDベアチップの周囲に蛍光体膜を形成してなるものである。したがって、アセンブリ・プロセスにおいてリードフレームやプリント配線に実装する前に、色むら等の検査が可能となることから、完成品の歩留まりが向上することとなる。

【特許文献1】特開2001-15817号公報（特許第3399440号）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

しかしながら、特許文献1に記載のLEDチップでは、サブマウント素子といった追加部品が必要になることに加え、LEDベアチップを当該サブマウント素子に搭載する工程が増えることとなる。

【0010】

本発明は、上記の課題に鑑み、部品点数や工程を増加することなく、完成品の歩留まりを向上することが可能な半導体発光装置およびその製造方法、並びに、当該半導体発光装置を用いた発光モジュールおよび照明装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

上記の目的を達成するため、本発明に係る半導体発光装置は、基板と、前記基板の主面上に結晶成長によって形成された半導体多層膜とを有し、前記半導体多層膜は、第1の導電型層、発光層、第2の導電型層を、前記基板側からこの順に含み、前記半導体多層膜の最外層から、少なくとも第1の導電型層までが除去された多層膜除去部が、前記主面外周に沿って形成されていて、前記半導体多層膜の前記多層膜除去部に面した側面および前記最外層主面を覆う蛍光体膜を備えたことを特徴とする。

【0012】

また、前記半導体多層膜は、前記基板と前記第1の導電型層との間に形成された反射層を含むことを特徴とする。

【0013】

さらに、前記反射層は、AlGaIn系半導体からなることを特徴とする。

【0014】

また、前記第1の導電型層上に形成された第1の電極と、前記第2の導電型層上に形成された第2の電極と、前記半導体多層膜とは反対側の前記基板主面上に形成された、第1の給電端子と第2の給電端子とを有し、前記第1の電極と前記第1の給電端子とが、前記基板に開設された第1のスルーホールを含む第1の導電部材を介して接続され、前記第2の電極と前記第2の給電端子とが、前記基板に開設された第2のスルーホールを含む第2の導電部材を介して接続されていることを特徴とする。

また、前記多層膜除去部は、前記基板が露出するように、前記半導体多層膜の全層に渡って除去されてなり、前記第1および第2のスルーホールは、前記基板の前記多層膜除去部に対応する部分に開設されていることを特徴とする。

【0015】

また、前記基板が、SiC、AlN、GaIn、BN、Siの内のいずれか一の材料で形成されていることを特徴とする。

【0016】

また、前記半導体多層膜における、前記発光層からの光取出し側表面に凹凸が形成されていることを特徴とする。

【0017】

また、前記発光層からの出射光が少なくとも380nm以上780nm以下の範囲の波長成分を含むことを特徴とする。

【0018】

上記の目的を達成するため、本発明に係る発光モジュールは、プリント配線板と、前記プリント配線板に実装された、上記半導体発光装置とを有することを特徴とする。

【0019】

上記の目的を達成するため、本発明に係る照明装置は、前記発光モジュールを備えたことを特徴とする。

上記の目的を達成するため、本発明に係る半導体発光装置の製造方法は、結晶成長により、基板の一方の主面上に発光層を含む半導体多層膜を形成する第1の工程と、前記半導体

多層膜の一部を除去して前記一方の主面を露出させ、当該半導体多層膜を複数の領域に分割する第2の工程と、前記露出した主面部分と前記分割された半導体多層膜の各領域を覆うように蛍光体膜を形成する第3の工程と、前記基板を前記領域ごとにダイシングする第4の工程とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係る半導体発光装置によれば、第1の導電型層、発光層、第2の導電型層を基板側からこの順に含む半導体多層膜の最外層から、少なくとも第1の導電型層までが除去された多層膜除去部が、前記基板の主面外周に沿って形成されていて、前記半導体多層膜の前記多層膜除去部に面した側面および前記最外層主面を覆う蛍光体膜が備えられているので、この状態で、色むら等の光学的特性の検査を行うことが可能となる。すなわち、リードフレームやプリント配線板への実装前の検査が可能となって、完成品の歩留まりの向上を図ることができる。しかも従来のようにサブマウント素子などの追加部品を必要とすることなく実装前の検査が可能となる。

【0021】

また、本発明に係る発光モジュールや照明装置によれば、上記した半導体発光装置を有しているので、当該完成品に係る発光モジュールや照明装置の歩留まりが向上し、もってコストダウンを図ることができる。

【0022】

また、本発明に係る半導体発光装置の製造方法によれば、基板の一方の主面上に形成された半導体多層膜の一部が除去されて、前記一方の主面を露出され、当該露出した主面部分と露出した主面部分によって分割された半導体多層膜の各領域を覆うように蛍光体膜が形成されるので、上記した効果を奏する半導体発光装置の製造が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0024】

図1(a)は、半導体発光装置であるLEDアレイチップ2の概略構成を示す外観斜視図であり、図1(b)は、LEDアレイチップ2の平面図である。なお、図1(a)は、後述するLED6の配列を主に示す図であり、外形の細かな凹凸などは省略したものである。また、図1(b)では、後述する蛍光体膜48の図示は省略している。

【0025】

図1に示すように、LEDアレイチップ2は、半導体基板であるノンドープ（高抵抗）SiC基板4（以下、単に「SiC基板4」と言う。）上に、発光層を含む半導体多層膜からなる発光素子であるLED6が、N行M列（本例では、7行5列、合計35個）のマトリックス状に配列されてなるものである。35個のLED6は、SiC基板4の主面上、幅 $W4 = 50 \mu\text{m}$ の周縁部を残した中ほどに結晶成長によって形成されている。すなわち、当該周縁部は、SiC基板4の主面の一部が半導体多層膜（35個のLED6）から露出した部分であって、当該半導体多層膜を取り囲むように形成された部分である（以下、当該周縁部を「基板露出部7」と言う。）。

LED6のサイズ $L1 \times W1$ は $285 \mu\text{m} \times 400 \mu\text{m}$ であり、LED6形成領域のサイズ $L2 \times W2$ は $2 \text{mm} \times 2 \text{mm}$ であり、LEDアレイチップ2のサイズ $L3 \times L4$ は、 $2.1 \text{mm} \times 2.1 \text{mm}$ である。

【0026】

LEDアレイチップ2の構成について、断面図を参照しながら、さらに説明する。

【0027】

図2(a)は、図1(b)におけるA-A線断面図であり、図2(b)は、同B-B線断面図である。すなわち、35個のLED6の内、図2(a)では、1行1列目のLED6aと1行2列目のLED6bが、図2(b)では、7行3列目のLED6cと7行5列目のLED6dが表されている。

【0028】

LED6は、SiC基板4上に順次積層されたn-AlGa_Nバッファ層8（厚さ30nm）、n-AlGa_N/Ga_N30周期のDBR（Distributed Bragg Reflector）層10（合計厚さ3μm）、n-Ga_Nクラッド層12（Siドープ量 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ200nm）、InGa_N（厚さ2nm）/Ga_N（厚さ8nm）6周期の多重量子井戸発光層14、p-Ga_Nクラッド層16（Mgドープ量 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ200nm）、p-Ga_Nコンタクト層18（Mgドープ量 $3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ200nm）の半導体多層膜から成る。すなわち、LED6は、SiC基板4側に配された導電型層（n-Ga_Nクラッド層12）と光取出し側に配された導電型層（p-Ga_Nコンタクト層18、p-Ga_Nクラッド層16）とで発光層（多重量子井戸発光層14）を挟んでなる構成を基本としている。

p-Ga_Nコンタクト層18上には、Ni/Au薄膜20を介してITO透明電極22が形成されており、n-Ga_Nクラッド層12上には、n側電極であるTi/Au電極24が形成されている。

【0029】

上記の構成からなるLED6において、ITO透明電極22とTi/Au電極24を介して給電することにより、発光層14から波長460nmの青色光が発せられる。なお、本実施の形態で、p側電極にNi/Au薄膜20とITO透明電極22を用いているのは、発光層14で生じた光を透過し易くするためである。

【0030】

また、光取出し面となる上記p側電極面には、光取出し効率を改善するために、所定周期の凹凸が形成されている。図3（a）は、LED6の平面図である。図3（a）に示すように、本例では、 $d = 1 \mu\text{m}$ 周期で円形の凹部25が形成されており、これによってp側電極面が凹凸になっている。なお、凹凸面を形成するための凹部25の横断面形状は、上記した円形に限らず、四角形や六角形としてもよい。あるいは、所定周期で直線状の溝を形成することにより凹凸面を形成することとしてもよい。また、単に表面を不規則に荒らしただけでも同様の効果が得られる。

【0031】

上記の構成からなる35個のLED6は、SiC基板4上で直列に接続されている。

【0032】

図2に戻って、その接続態様について説明する。

【0033】

図2に示すように、隣接するLED6aとLED6b、LED6cとLED6dとは、SiC基板4にまで達する分離溝26によって分離されている。同様に、隣接する全てのLED6間は、分離溝によって分離されている。

【0034】

また、各LED6a、6b、6c、6dの側壁や分離溝26などを覆うように絶縁膜（Si₃N₄膜）28が形成されている。そして、当該絶縁膜28上には、LED6aのp側電極（Ni/Au薄膜20、ITO透明電極22）とLED6bのn側電極（Ti/Au電極24）を接続するブリッジ配線30が形成されている。また、LED6cのp側電極とLED6dのn側電極との間も、絶縁膜28上に形成されたブリッジ配線30によって接続されている。そして、1行3列目のLED6e～7行3列目のLED6f間も同様にしてブリッジ配線30で接続されており、その結果、全てのLED6が、図3（b）の接続図に示すように、直列に接続されている。LEDアレイチップ2において、直列接続された35個のLED6の内、低電位側末端のLED6aのTi/Au電極24が当該LEDアレイチップ2のカソード電極32となる。また、高電位側末端のLED6dのNi/Au薄膜20、ITO透明電極22がLEDアレイチップ2のアノード電極34となる。

【0035】

図3（c）は、LEDアレイチップ2の裏面を表した図である。図3（c）に示すように、LED6とは反対側のSiC基板4表面には、2個の給電端子36、38が形成され

ている。給電端子36, 38は、いずれも、Ti/Pt/Au膜からなる。

【0036】

そして、図2に示すように、カソード電極32と給電端子36とが、ブリッジ配線40およびSiC基板4に開設されたスルーホール42を介して接続されており、アノード電極34と給電端子38とが、ブリッジ配線44およびSiC基板4に開設されたスルーホール46を介して接続されている。なお、スルーホール42, 46は、SiC基板4に開設された直径30 μ mの孔にPtを充填してなるものである。上記給電端子36, 38から、直列接続された35個のLED6に、放熱を確保した状態で50mAの電流を通電した際の動作電圧は120Vであった。

【0037】

SiC基板4の表面側には、LED6とSiC基板4の前記基板露出部7部分全面を覆うように蛍光体膜48が形成されている。蛍光体膜48は、シリコンなどの透光性樹脂に(Sr, Ba)₂SiO₄:Eu²⁺の黄色蛍光体粉末とSiO₂の微粒子を分散させたものからなる。蛍光体膜48の厚みT(図2参照)は、50 μ mである。なお、透光性樹脂には、シリコンに限らず、エポキシ樹脂やポリイミド樹脂を用いても構わない。

【0038】

各LED6の発光層14から放射された青色光の一部は、上記蛍光体膜48中の蛍光体によって黄色光に変換される。そして、LED6からの青色光と蛍光体からの黄色光が合成されて(混色されて)白色光が発生する。このとき、発光層14とSiC基板4の間には光反射層であるDBR層10が形成されているため、発光層14で生じSiC基板4に向かって放射された青色光の99パーセント以上が光取り出し面側へと反射される。これにより、各LED6における光取り出し効率が向上する。なお、本明細書において、青色光とは、波長が400nm以上500nm未満の範囲の光をいい、黄色光とは、波長が550以上600nm未満の範囲の光をいうものとする。したがって、上述した例では、LED6を主発光ピーク波長が460nmのものとしたが、これ以外の波長であって、上記波長範囲に主発光ピーク波長を有するLEDを構成することとしても構わない。

【0039】

以上の構成からなるLEDアレイチップ2の製造方法について、図4～図6を参照しながら説明する。

【0040】

なお、図4～図6では、LEDアレイチップ2の各構成部分となる素材部分には100番台の符号付し、その下2桁にはLEDアレイチップ2の対応する構成部分に付した番号を用いることとする。

【0041】

先ず、有機金属化学気相成長法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition Method; MOCVD法)を用い、図4に示すように、ノンドープSiC基板104上に、n-AlGaInバッファ層108、n-AlGaIn/GaN30周期のDBR層110、n-GaNクラッド層112、InGaIn/GaNの多重量子井戸発光層114、p-GaNクラッド層116、p-GaNコンタクト層118をこの順に積層する[工程(a)]。なお、ノンドープSiC基板104は、直径2インチ、厚さ300 μ mの基板である。

【0042】

次に、n-GaNコンタクト層118表面にマスク50を施す。マスク50は、各LED6におけるNi/Au薄膜20(ITO透明電極22)の形成予定領域よりも一回り広い領域である。そして、非マスク領域に対応する部分を、n-GaNクラッド層112の半ばまでエッチングにより除去する[工程(b)]。これにより、Ti/Au電極24接続面(n側電極形成面)52が形成される。マスク50は、次工程に行く前に除去される。

【0043】

続いて、SiC基板上の前記基板露出部7と分離溝26を形成すべく、これらの形成予定領域以外の領域にマスク54を施す。当該マスクの後、SiC基板104基板が現

れるまでエッチングし、基板露出部7と分離溝26を形成する[工程(c)]。すなわち、基板露出部7は、半導体多層膜を除去することによって創出されるのである(当該半導体多層膜の除去部分を「多層膜除去部」と称することとする。)。エッチング終了後、マスク54は、次工程に行く前に除去される。

【0044】

絶縁と表面保護を目的に、スパッタリング等で、絶縁膜である Si_3N_4 膜128を形成する[工程(d)]。

【0045】

上記 Si_3N_4 膜128に対し、マスク56を施す。マスキング領域は、 Ni/Au 薄膜20(I TO透明電極22)形成予定領域以外の領域である。そして、非マスキング領域に対応する Si_3N_4 膜128をエッチングにより除去した後、 Ni/Au 薄膜120を蒸着によって形成する。これにより、 Ni/Au 薄膜20が形成される[工程(e)]。マスク56上に形成された Ni/Au 薄膜120(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク56と一緒に除去される。

【0046】

上記工程(e)と同様の手法により、 Ti/Au 電極24を形成する。すなわち、 Ti/Au 電極形成予定領域に対応する Si_3N_4 膜128部分以外にマスク58を形成し、当該露出した Si_3N_4 膜部分をエッチングにより除去した後、金属薄膜である Ti/Au 膜124を蒸着により形成して、 Ti/Au 電極24を形成する[工程(f)]。マスク58上に形成された Ti/Au 膜124(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク58と一緒に除去される。

【0047】

スルーホール42およびスルーホール46を形成すべく、当該スルーホール形成予定領域以外の領域にマスク60を施す。マスキング後、エッチングによって深さ $200\mu\text{m}$ の孔61を形成し、当該孔に無電解メッキなどでPtを充填する[工程(g)]。マスク60は、次工程行く前に除去される。

【0048】

前記凹部25を形成すべく、当該凹部25形成予定領域以外の領域にマスク62を施す。マスキング後、エッチングによってp-GaNコンタクト層18まで及ぶ凹部を形成する[工程(h)]。マスク62は、次工程行く前に除去される。

【0049】

I TO透明電極22を形成すべく、当該I TO透明電極22形成予定領域以外の領域にマスク64を施す。マスキング後、I TO膜122をスパッタリングによって積層する。これにより、I TO透明電極22が形成される[工程(i)]。マスク64上に形成されたI TO膜122(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク64と一緒に除去される。

【0050】

ブリッジ配線30, 40, 44を形成する。ブリッジ配線形成予定表面以外の表面にマスク66形成したのち、金属薄膜である $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜を蒸着によって形成する。これによって、 $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜からなるブリッジ配線30, 40, 44が形成される[工程(j)]。マスク66上に形成された $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク66と一緒に除去される。

SiC 基板104下面を研磨して厚み $150\mu\text{m}$ に調整し、前記スルーホール42、46を SiC 基板104裏面側から露出させる[工程(k)]。

前工程で研磨した研磨面に、前記給電端子36, 38を形成すべく、当該給電端子36, 38形成予定表面以外の表面にマスク(不図示)形成したのち、金属薄膜である $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜を蒸着によって形成する。これによって、 $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜からなる給電端子36, 38が形成される[工程(l)]。前記マスク上に形成された $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ 膜(いずれも不図示)は、次工程に行く前に、当該マスクと一緒に除去される。

続いて、蛍光体膜48を形成すべく、 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ の黄色蛍光体粉末と SiO_2 の微粒子とを分散させたシリコーンを、前記基板露出部7および各LED6を

覆うように印刷によって塗布し、加熱硬化させる。加熱硬化の後、当該蛍光体膜を厚みが $50\mu\text{m}$ になるまで研磨する[工程 (m)]。白色光の色は、青色光と黄色光のバランスで変化する。このバランスは、シリコン樹脂に含まれる蛍光体の割合や蛍光体膜の厚さで変わる。蛍光体の割合が多いほど、蛍光体膜の厚みが厚いほど、黄色の割合が増えて、色温度が低くなる傾向にある。蛍光体含有シリコン樹脂を設計膜厚よりも厚く塗付し、研磨により所定の設計膜厚にすることにより、蛍光体膜の厚さを均一に出来るので、色むらを抑制できると同時に確実に所定の色温度に合わせることが可能となる。

最後に、ダイシングによって個々のLEDアレイチップに分離して、LEDアレイチップ2 (図1参照) が完成する。

【0051】

ここで、単に蛍光体膜を形成するだけであれば、従来のウエハ・プロセスにおいて、メサエッチング工程の後、ダイシング工程の前に蛍光体含有樹脂を塗布することも考えられる。しかしながら、従来メサエッチングで入る溝の幅は、蛍光体粒子が当該溝の幅方向に1~2個並ぶ程度の大きさしかないので、発光層の側面から射出された青色光のほとんどは、蛍光体を励起することなくそのまま蛍光体層を通過してしまう。その結果、黄色光と混色されない青色光が顕著となって問題となる色むらが発生してしまう。これに対して、本実施の形態では、上述したように、蛍光体の粒径と比較して十分大きな幅を有する基板露出部7の当該幅がそのまま、蛍光体含有樹脂を発光層(半導体多層膜)の側面に塗布するための溝幅となっている。その結果、発光層の側面から射出された青色光は、適度に蛍光体を励起して黄色光に変換されることとなり、上記した色むらが低減されることとなるのである。

【0052】

色むらは、可視域である $380\text{nm} \sim 780\text{nm}$ (紫~赤) の波長のスペクトル成分を含む光を発光層が発する場合に生じる。したがって、「近紫外光を励起光源に用いた白色LED」といった場合には、一般的に、色むらが生じないものと思われている。しかしながら、例えば、主要ピーク波長が 370nm (紫外域) の場合でも、そのスペクトルは長波長側に裾を引いており、可視域である 380nm 以上にも波長成分をもっていることから、現実には、色むらが問題となる。したがって、本発明は、近紫外光を発生するように発光層を構成したものに適用しても、上記した理由から、色むらの低減に効果を発揮することとなる。換言すると、本発明は、上記色むらの観点からは、発光層からの出射光が少なくとも 380nm 以上 780nm 以下の範囲の波長成分を含むものに適用可能であって、上記した主発光ピーク波長が 460nm の青色光を発する発光層で構成されるLEDに限定されないものである。

【0053】

図8は、上記LEDアレイチップ2を有した白色LEDモジュール200 (以下、単に「LEDモジュール200」と言う。) の外観斜視図である。LEDモジュール200は、後述する照明器具240に装着されて用いられるものである。

【0054】

LEDモジュール200は、直径 5cm の円形をしたAlN (窒化アルミ) からなるセラミックス基板202と3個のガラス製レンズ204, 206, 208を有している。セラミックス基板202には、照明器具240に取り付けるためのガイド凹部210や、照明器具240からの給電を受けるための端子212, 214が設けられている。

【0055】

図9(a)はLEDモジュール200の平面図を、図9(b)は図9(a)におけるC-C線断面図を、図9(c)は図9(b)におけるD部拡大図をそれぞれ示している。

【0056】

図9(a), (b)に示すように、セラミックス基板202の中央には、照明器具240に取り付ける際のガイド孔(貫通孔)216が開設されている。また、セラミックス基板202の下面には、放熱特性を改善するために金メッキ217が施されている。

【0057】

図9(a)において円形に見える各レンズ204, 206, 208の中心に対応するセラミックス基板202上に、LEDアレイチップ2が1個ずつ(全部で3個)実装されている。

【0058】

セラミックス基板202は、厚さ0.5mmでAlNを主材料とする2枚のセラミックス基板201, 203が積層されてなるセラミックス基板である。なお、セラミックス基板の材料としては、AlN以外に、 Al_2O_3 、BN、MgO、ZnO、SiC、ダイヤモンドなどが考えられる。

【0059】

LEDアレイチップ2は、下層のセラミックス基板201に実装されている。上層のセラミックス基板203には、LEDアレイチップ2を実装する空間を創出するテーパ状の貫通孔215が開設されている。

【0060】

LEDアレイチップ2の各実装位置に対応するセラミックス基板201上面には、図10(b)に示すような、カソードパッド218とアノードパッド220とが形成されている。両パッドには、銅(Cu)の表面に、ニッケル(Ni)めっき、ついで、金(Au)めっきを行なったものが用いられている。LEDアレイチップ2は、SiC基板4を下方に向けた状態で実装される。このとき、給電端子36とカソードパッド218が、給電端子38とアノードパッド220とがハンダによって接合される。なお、ハンダによらず、金バンプや銀ペーストによって接合しても構わない。

【0061】

ここで、実装に供されるLEDアレイチップは、実装前に実施される色むら等の光学的特性検査に合格したものである。すなわち、本実施の形態によれば、LEDアレイチップ自体が蛍光体膜を有しており、白色光を発することができるので、当該LEDアレイチップの実装前に上記光学的特性検査を実行することが可能なり、当該光学的特性に起因して、LEDモジュールが不良品(規格外)となることを未然に防止することができるのである。その結果、完成品(LEDモジュール)の歩留まりが向上することとなる。

【0062】

上層のセラミックス基板203に開設された前記貫通孔215の側壁および当該セラミックス基板203の上面にはアルミ反射膜219が形成されている。

【0063】

レンズ204, 206, 208は、セラミックス基板203に重ねて接着剤221を介して貼着されている。当該接着剤としてはシリコン樹脂やエポキシ樹脂などを用いることができる。

【0064】

3個のLEDアレイチップ2は、セラミックス基板201上面に形成された配線パターンによって、並列に接続されている。

【0065】

図10(a)は、レンズ204, 206, 208を取り除いた状態のLEDモジュール200の平面図である。ここで、3個のLEDアレイチップ2を、符号A, B, Cを付して区別することとする。

【0066】

LEDアレイチップ2A, 2B, 2C各々の実装位置のセラミックス基板201表面には、上述したようにアノードパッド220とカソードパッド218(図10(b))が配されている。

【0067】

そして、各LEDアレイチップ2A, 2B, 2Cと接続されたアノードパッド220は、配線パターン236を介して電氣的に接続されており、配線パターン236の端部は、スルーホール237を介して、正極端子212と接続されている。一方、各LEDアレイチップ2A, 2B, 2Cと接続されたカソードパッド218は、配線パターン238を介

して電氣的に接続されており、配線パターン 238 の端部は、スルーホール 239 を介して、負極端子 214 と接続されている。すなわち、配線パターン 236、238 によって、LED アレイチップ 2A、2B、2C は、並列に接続されている。

【0068】

上記のように構成された LED モジュール 200 は、照明器具 240 に取り付けられて使用される。LED モジュール 200 と照明器具 240 とで照明装置 242 が構成される。

【0069】

図 11 (a) に、照明装置 242 の概略斜視図を、図 11 (b) に、照明装置 242 の底面図をそれぞれ示す。

【0070】

照明器具 240 は、例えば、室内の天井等に固定される。照明器具 240 は、商用電源からの交流電力（例えば、100V、50/60Hz）を、LED モジュール 200 を駆動するのに必要な直流電力に変換する電源回路（不図示）を備えている。

【0071】

図 12 を参照しながら、LED モジュール 200 の照明器具 240 への取り付け構造について説明する。

【0072】

照明器具 240 は、LED モジュール 200 がはめ込まれる円形凹部 244 を有している。円形凹部 244 の底面は、平坦面に仕上げられている。円形凹部 244 の内壁の開口部寄り部分には、雌ねじ（不図示）が切られている。また、当該雌ねじと底面との間における内壁から、フレキシブルな給電端子 246、248 と、ガイド片 230 とが突出されている。なお、給電端子 246 が正極、給電端子 248 が負極である。さらに、円形凹部 244 の底面中央にはガイドピンが立設されている。

【0073】

LED モジュール 200 を照明器具 240 へ取り付けるための部材として、シリコンゴム製の O-リング 254 とリングねじ 256 とが備えられている。リングねじ 256 は略矩形断面を有するリング状をしており、その外周には、不図示の雄ねじが形成されている。また、リングねじ 256 は、その周方向の一部が切り欠かれてなる切欠き部 258 を有している。

【0074】

続いて、取り付け手順について説明する。

【0075】

まず、LED モジュール 200 を、円形凹部 244 にはめ込む。このとき、LED モジュール 200 のセラミックス基板 202 が、給電端子 246、248 と円形凹部 244 の底面との間に位置すると共に、ガイド孔 216 にガイドピン 252 が挿入され、ガイド凹部 210 とガイド片 230 とが係合するようにはめ込む。ガイド孔 216 とガイドピン 252 とで、LED モジュール 200 の円形凹部 244 に対するセンターの位置合わせがなされ、ガイド凹部 210 とガイド片 230 とで、正極端子 212、負極端子 214 と対応する給電端子 246、248 との位置合わせがなされる。

【0076】

LED モジュール 200 がはめ込まれると、O-リング 254 を装着した後、リングねじ 256 を円形凹部 244 にねじ込んで固定する。これにより、正極端子 212 と給電端子 246、負極端子 214 と給電端子 248 とが密着し、電氣的に確実に接続されることとなる。また、セラミックス基板 202 のほぼ全面と円形凹部 244 の平坦な底面とが密着することとなり、LED モジュール 200 で発生した熱を照明器具 240 へ効果的に伝達し、LED モジュール 200 の冷却効果が向上することとなる。なお、LED モジュール 200 の照明器具 240 への熱伝達効率をさらに上げるため、セラミックス基板 202 と円形凹部 244 の底面にシリコングリスを塗布することとしてもよい。

【0077】

上記の構成からなる照明装置 242 において、商用電源から給電がなされると、前述したように、各 LED アレイチップ 2 における青色 LED 6 から青色光が発せられる。青色光の一部は蛍光体膜 48 中の蛍光体によって黄色光に変換される。そして青色光と黄色光が混色されて白色光が合成される。合成された白色光は、レンズ 204, 206, 208 を介して放射される。

各 LED モジュール 200 に対し 150 mA の電流を流したときの際の全光束は 800 lm、中心光度は 1500 cd であった。また、その発光スペクトルは、図 13 に示す通りであった。

【0078】

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は上記形態に限らないことは勿論であり、例えば、以下のような形態とすることも可能である。

(1) 上記実施の形態では、多層膜除去部は、半導体多層膜を全層に渡って除去してなるものであったが(図 4 工程 (c) 参照)、半導体多層膜の除去範囲は、全層に限らない。最外層 (n-GaN コンタクト層 118) から、少なくとも、発光層 114 と SiC 基板 104 との間に存する導電型層 (n-GaN クラッド層 112) までは除去されれば足りるのである。少なくとも上記範囲で除去することにより、前記最外層主面のみならず半導体多層膜の当該多層膜除去部に面した側面にも相当の厚みで蛍光体膜を形成することが可能となり、上述した色むらを抑制することが可能となるからである。

(2) 上記実施の形態では、n-AlGaIn バッファ層～p-GaN コンタクト層からなる半導体多層膜の結晶成長のベースとなる基板に SiC 基板を用いた。これは、SiC 基板は、銅やアルミと同等以上の高い熱伝導率を有しているため、発光層で生じた熱を、LED アレイチップが実装されているプリント配線板であるセラミックス基板に効果的に放散させることができるからである。したがって、SiC 基板の代わりに、同様に高い熱伝導率を有する AlN 基板、GaN 基板、BN 基板、Si 基板を用いてもよい。

【0079】

あるいは、熱伝導率は少し劣るが、本発明を実施する上では、一般的に用いられているサファイヤ基板を用いても構わない。

(3) 上記実施の形態では、一の LED アレイチップを 35 個の LED (発光素子) で構成し、略 2 mm 角のサイズにしたが、LED アレイチップを構成する LED (発光素子) の数と当該 LED アレイチップのサイズはこれに限定するものではない。任意の個数の LED (発光素子) で LED アレイチップを構成することが可能である。

【0080】

また、アレイとせずに、1 個の LED (発光素子) で一の LED チップを構成することとしても構わない。この場合には、上記した製造工程 (c) において、各 LED 取り囲むように基板露出部を形成することとなる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

以上のように、本発明に係る半導体発光装置は、実装前に色むら等の光学的検査を必要とする照明分野などに適する。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図 1】 (a) は、LED アレイチップの斜視図である。(b) は、上記 LED アレイチップの平面図である。

【図 2】 上記 LED アレイチップの一部断面図である。

【図 3】 (a) は上記 LED アレイチップの下面図である。(b) は上記 LED アレイチップにおける一の LED を示す平面図である。(c) は、上記 LED アレイチップ内の接続図である。

【図 4】 LED アレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図 5】 LED アレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図 6】 LED アレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図7】LEDアレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図8】LEDモジュールの斜視図である。

【図9】(a)は、LEDモジュールの平面図である。(b)は、(a)におけるC-C線断面図である。(c)は、(b)におけるD部拡大図である。

【図10】(a)は、LEDモジュールにおいて、レンズを取り除いた状態を示す図である。(b)は、LEDモジュールを構成するセラミックス基板上に形成されるパッドパターンを示す図である。

【図11】(a)は、照明装置を示す斜視図である。(b)は、上記照明装置の下面図である。

【図12】照明装置の分解斜視図である。

【図13】照明装置の発光スペクトルを示す図である。

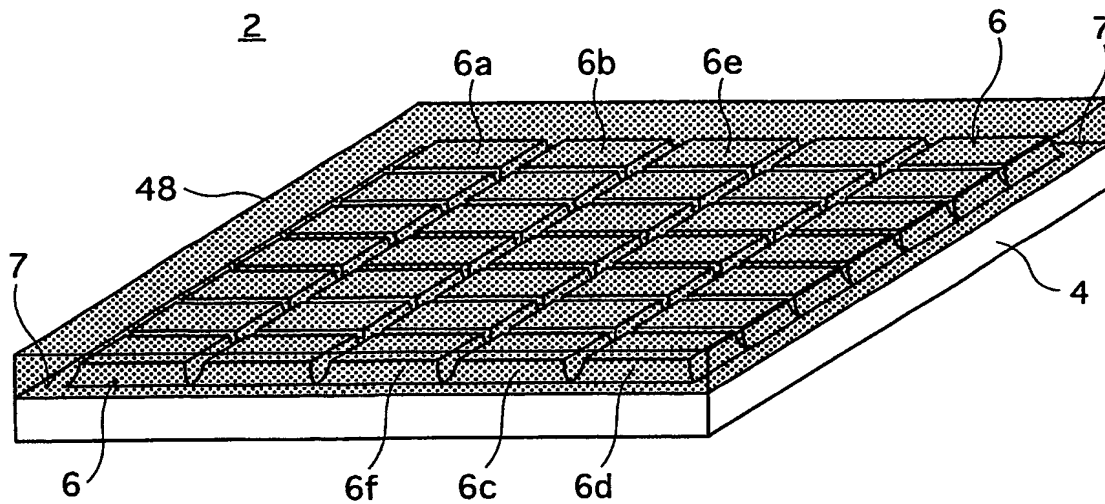
【符号の説明】

【0083】

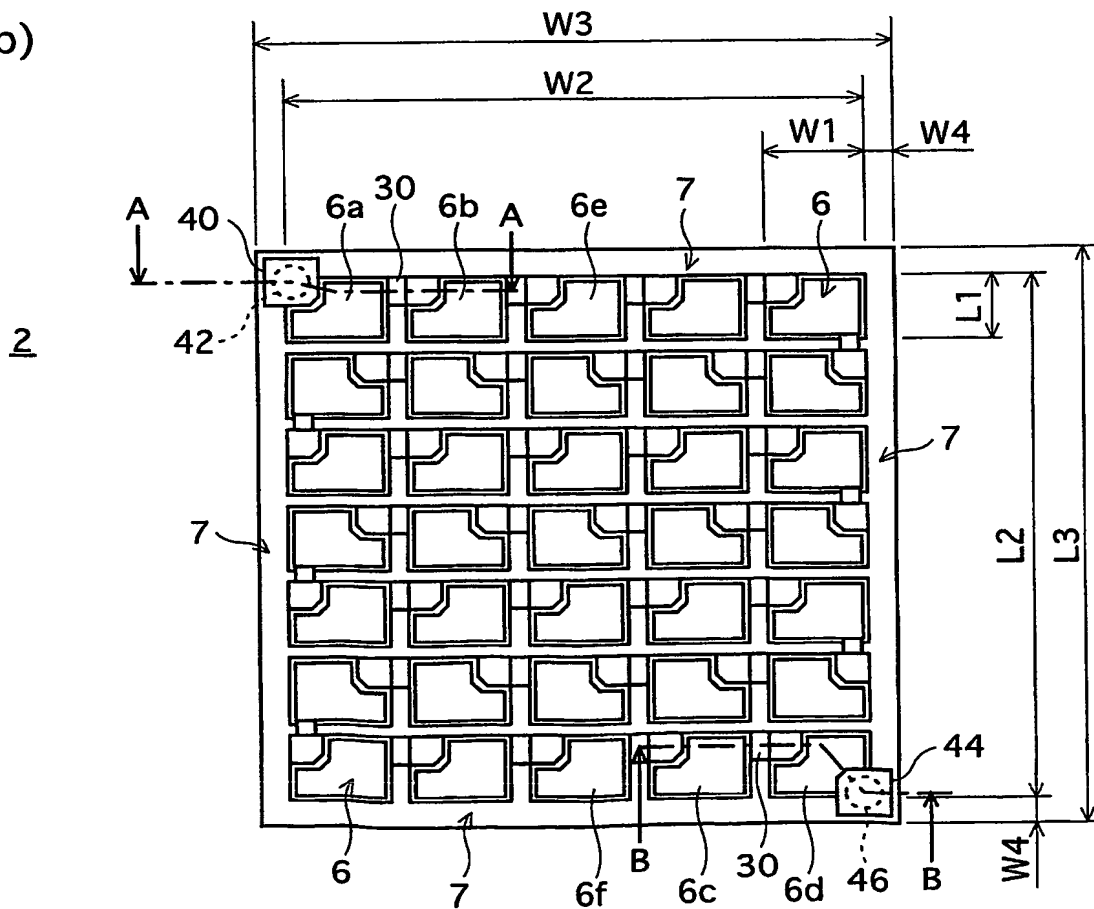
- | | |
|----|-------------------------|
| 4 | SiC基板 |
| 7 | 基板露出部 |
| 10 | n-AlGaIn/GaN30周期のDBR層 |
| 14 | InGaIn/GaN6周期の多重量子井戸発光層 |
| 48 | 蛍光体膜 |

【書類名】 図面
【図 1】

(a)

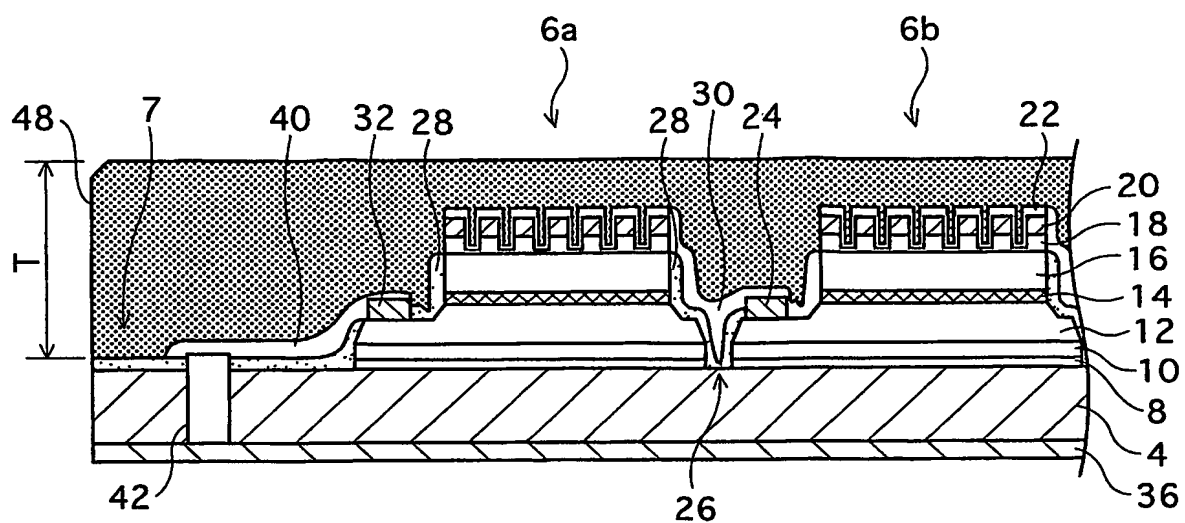


(b)

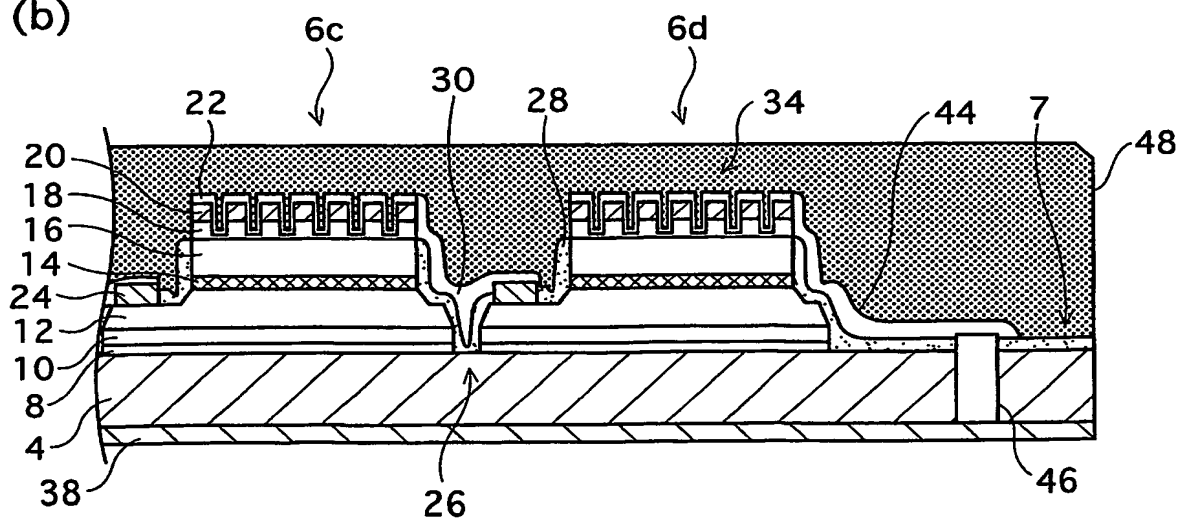


【図 2】

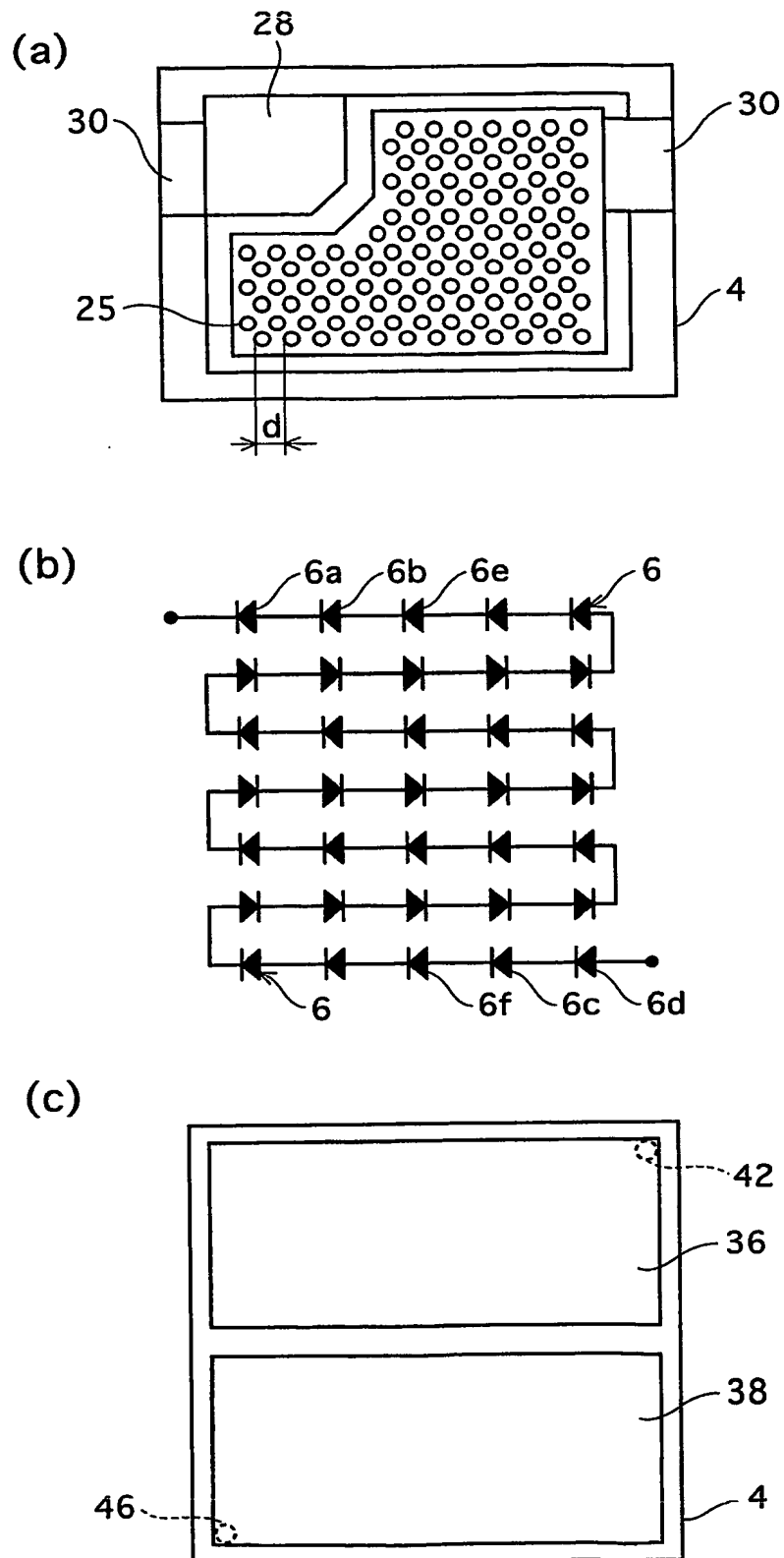
(a)



(b)

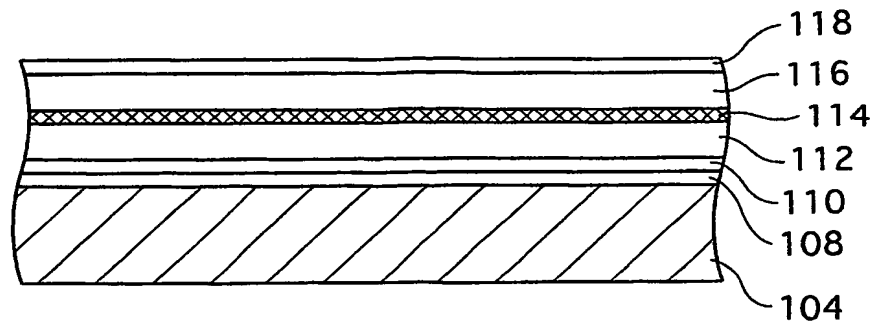


【図 3】

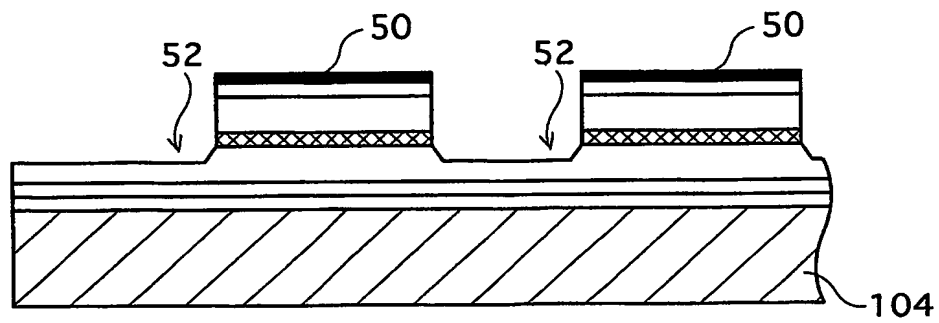


【図 4】

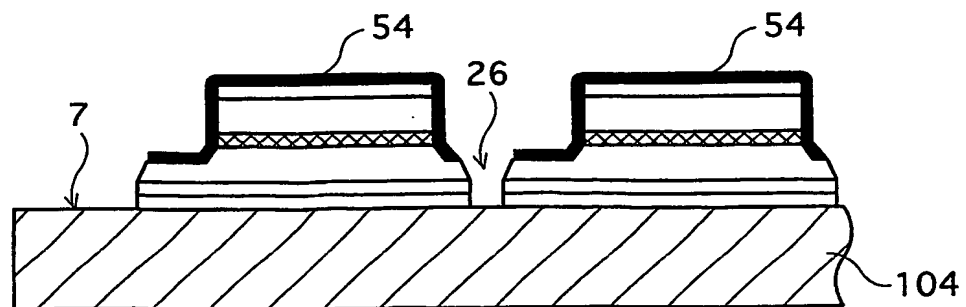
(a)



(b)

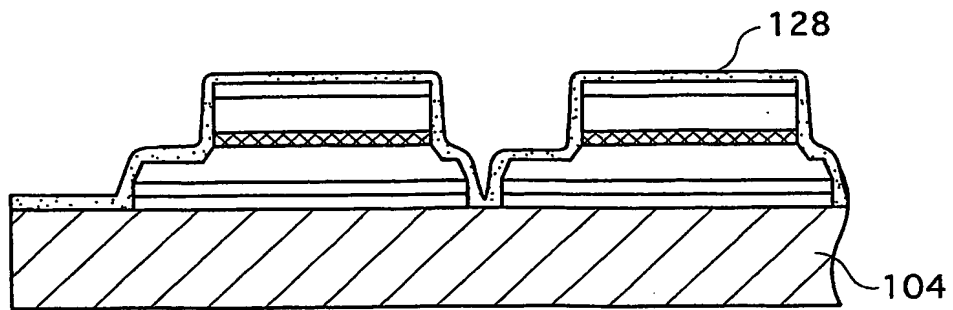


(c)

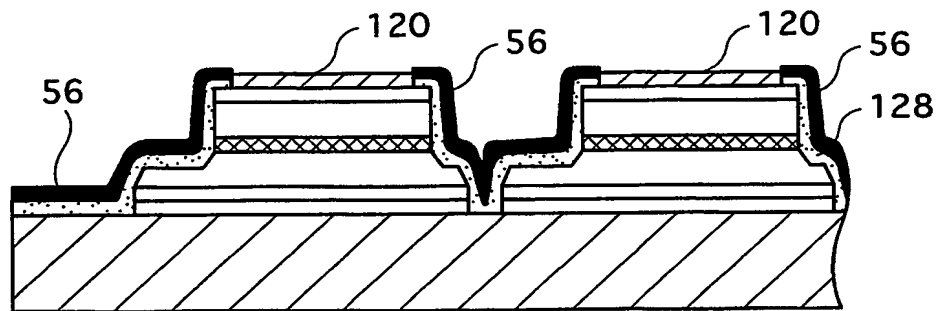


【図 5】

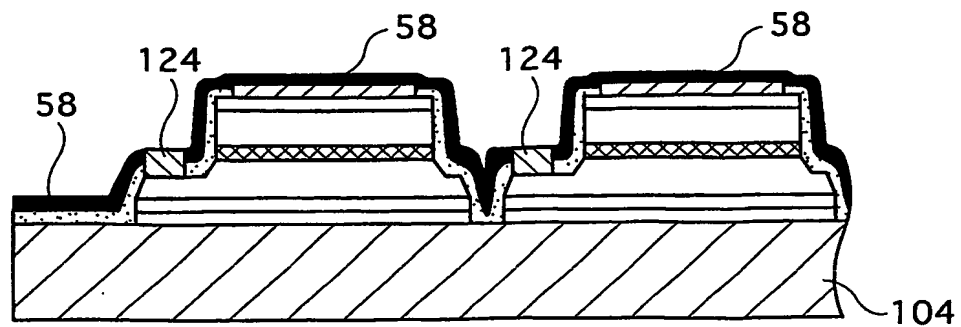
(d)



(e)

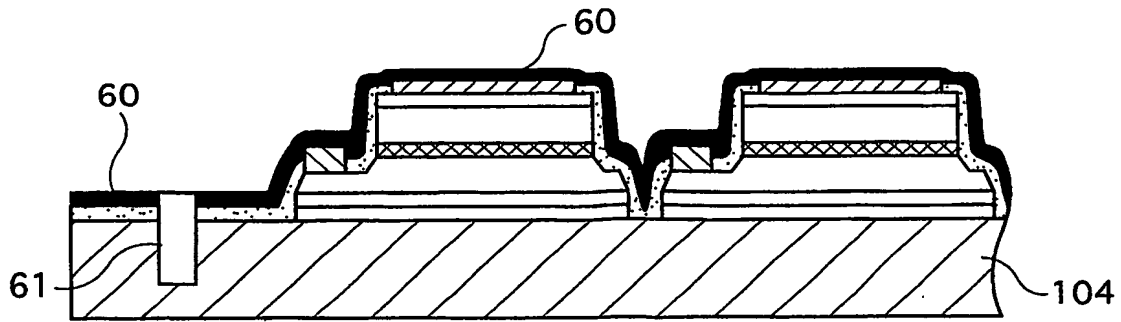


(f)

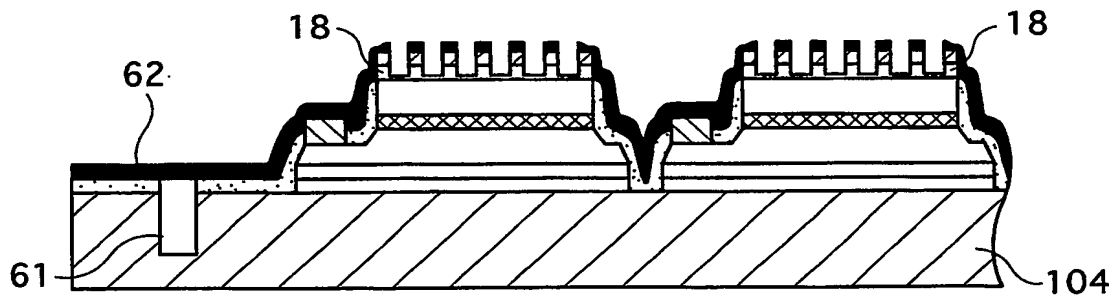


【図 6】

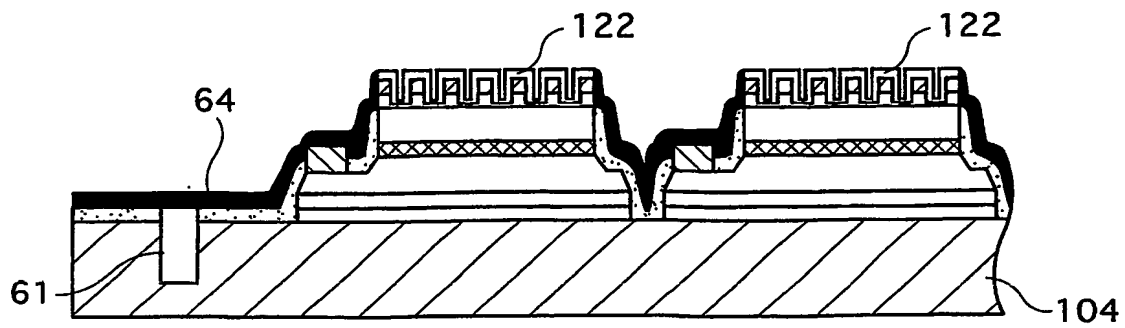
(g)



(h)

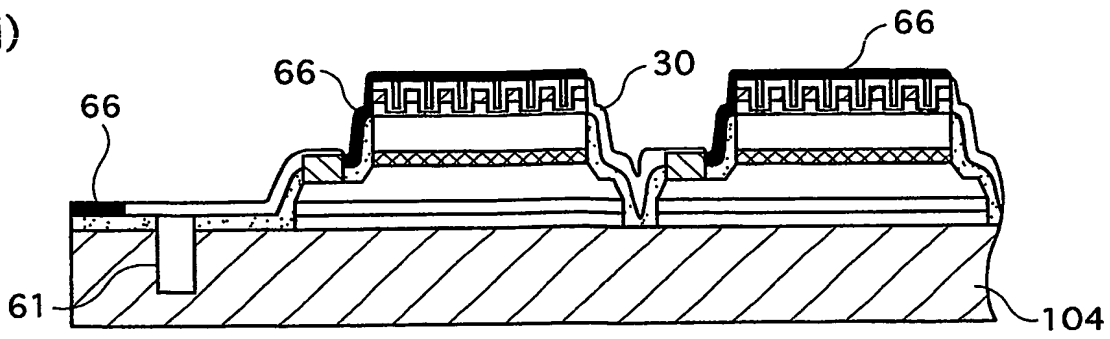


(i)

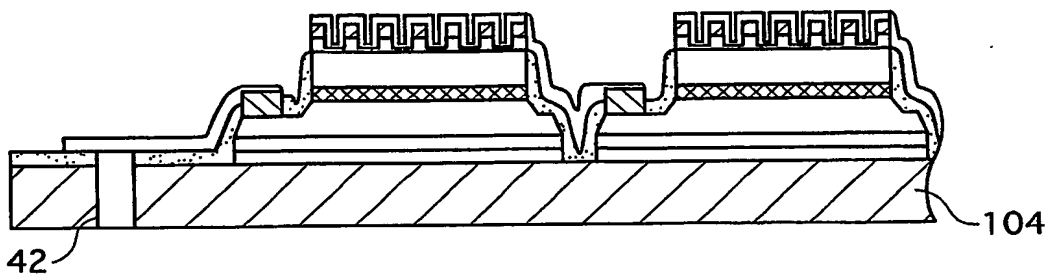


【図 7】

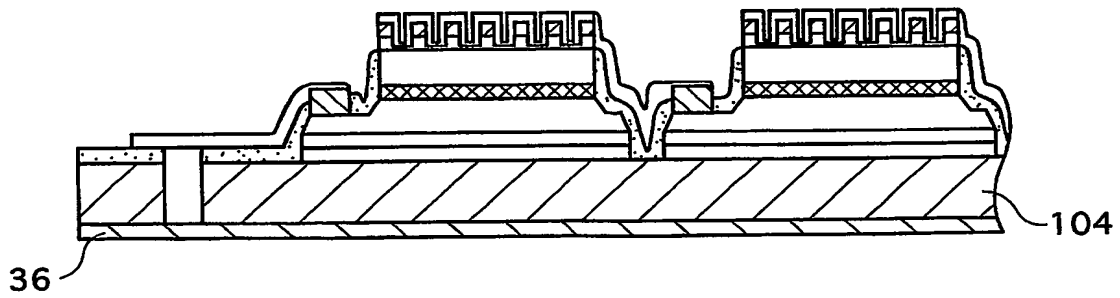
(j)



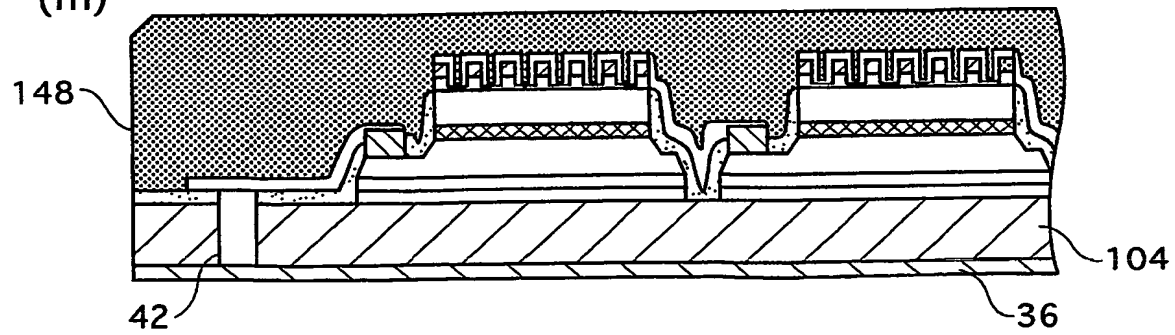
(k)



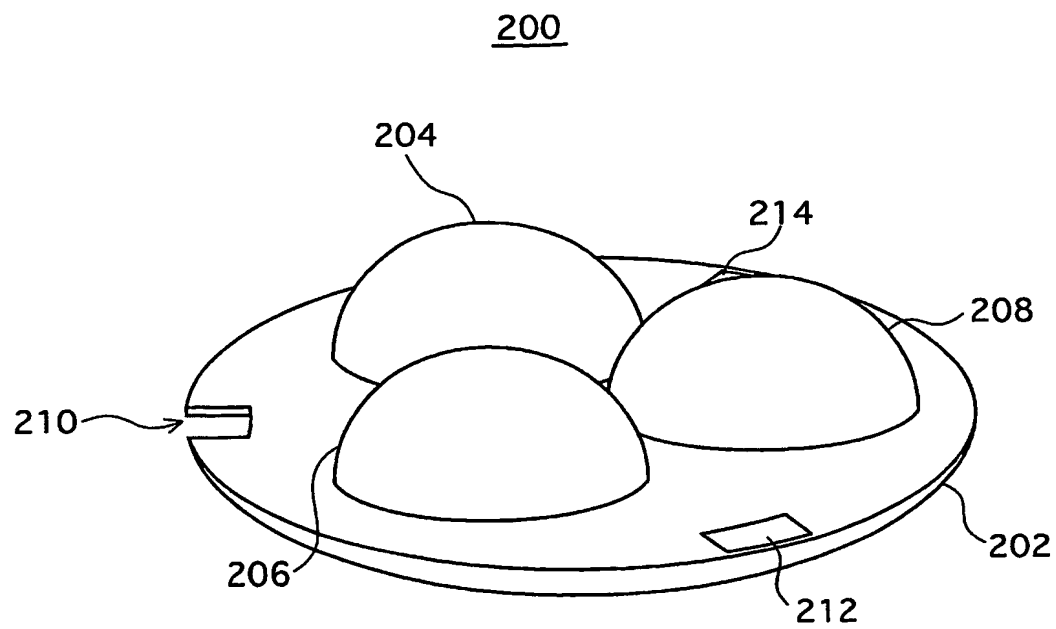
(l)



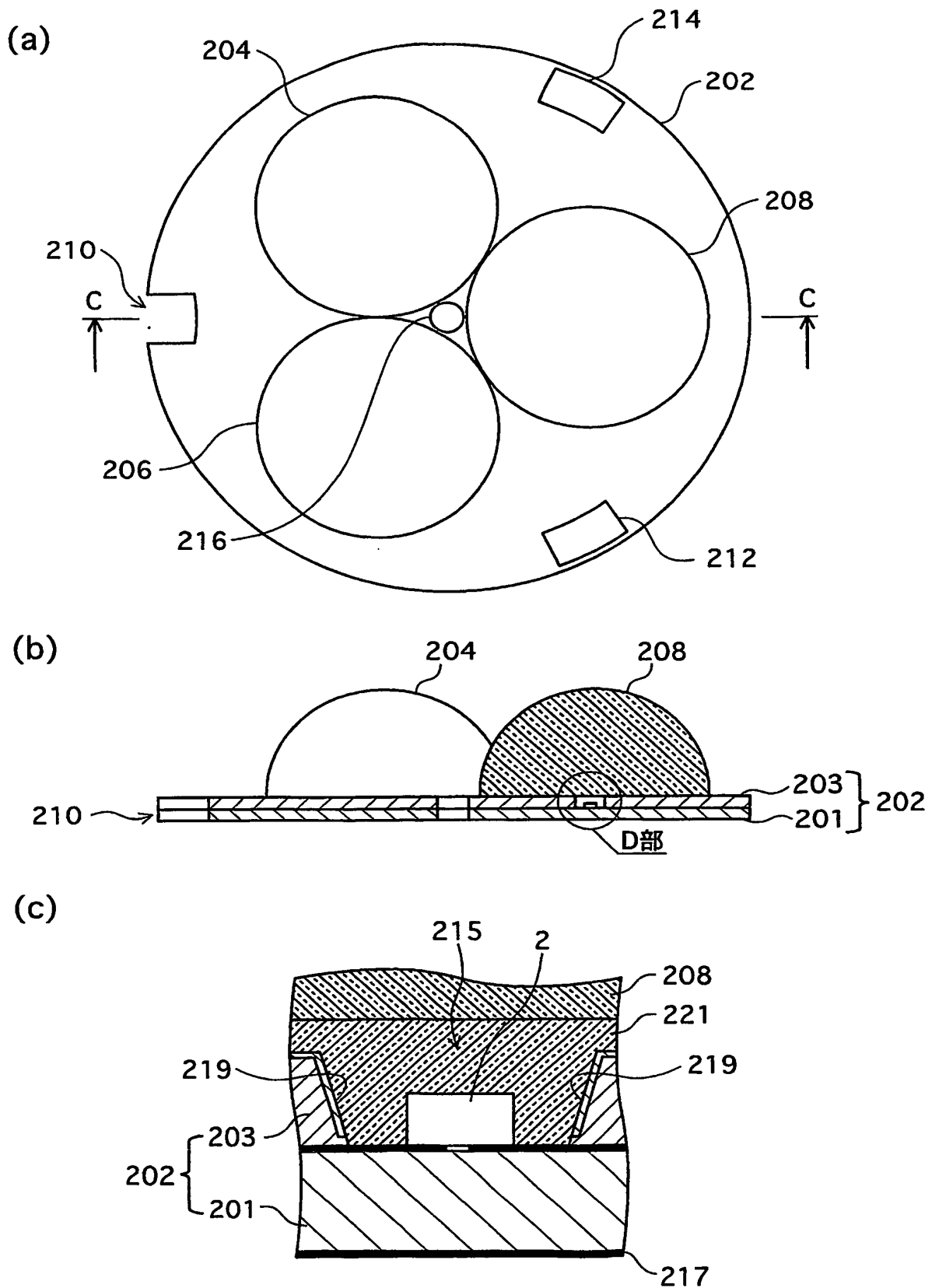
(m)



【図 8】

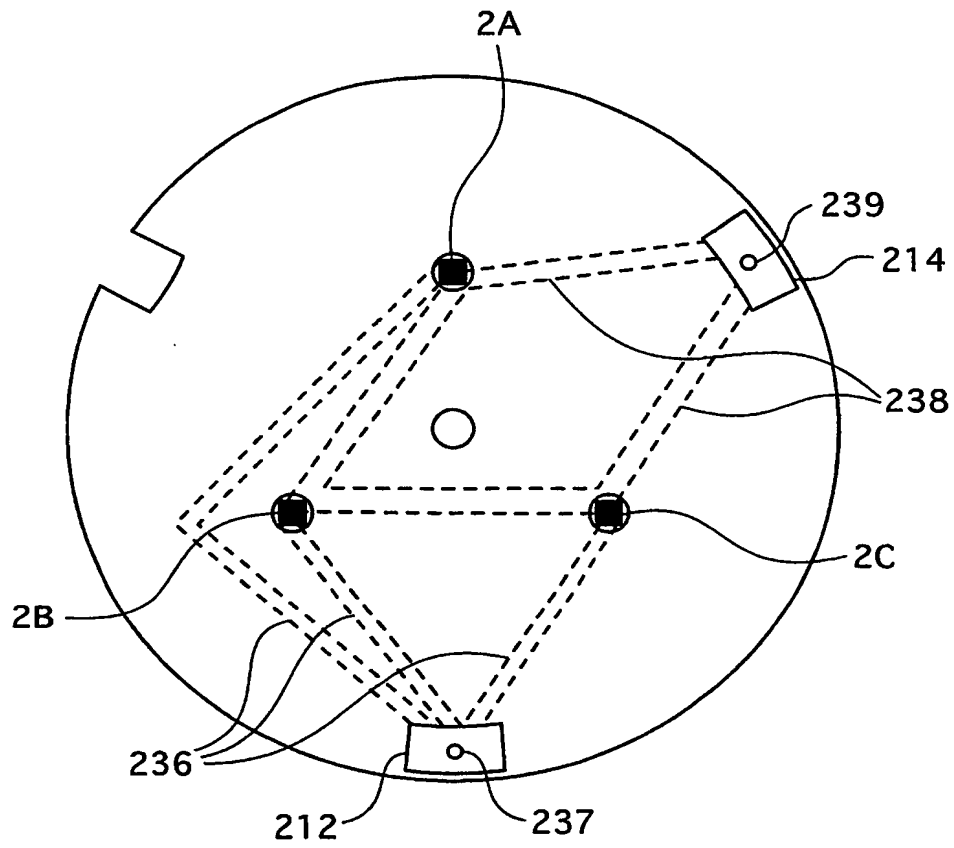


【図 9】

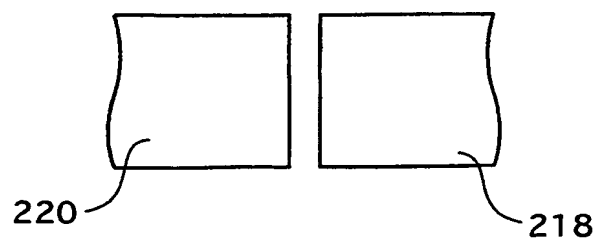


【図 10】

(a)

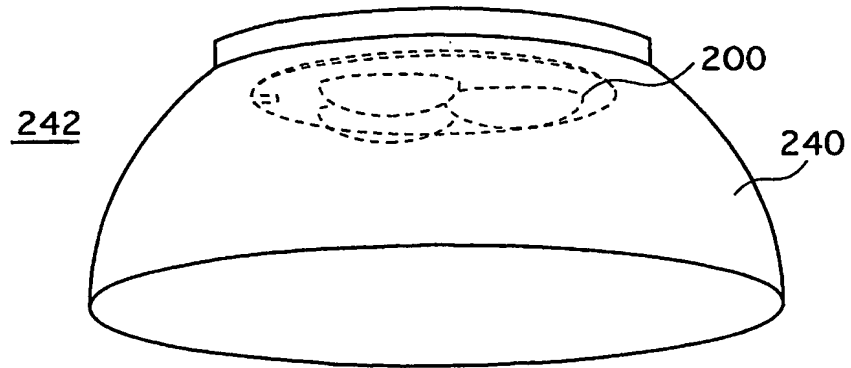


(b)

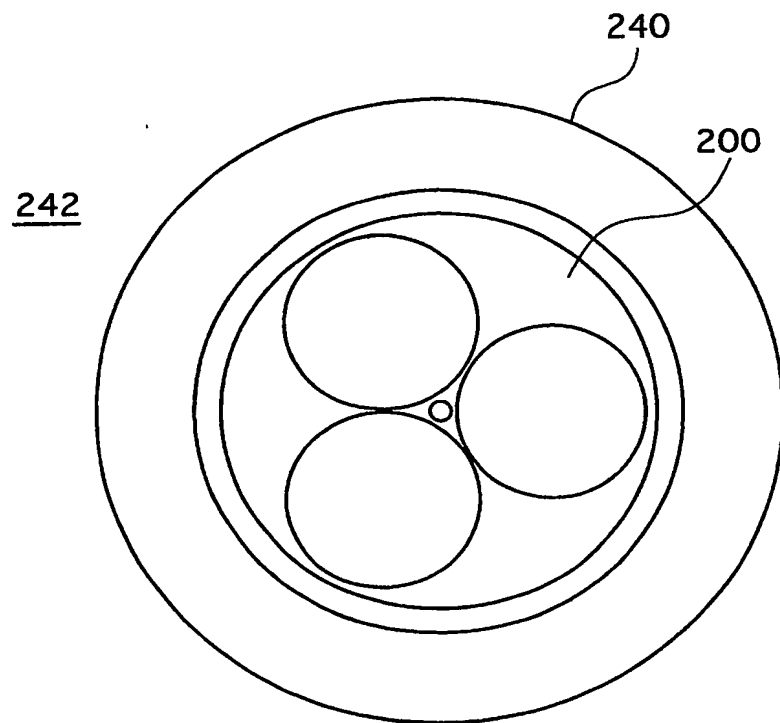


【図 11】

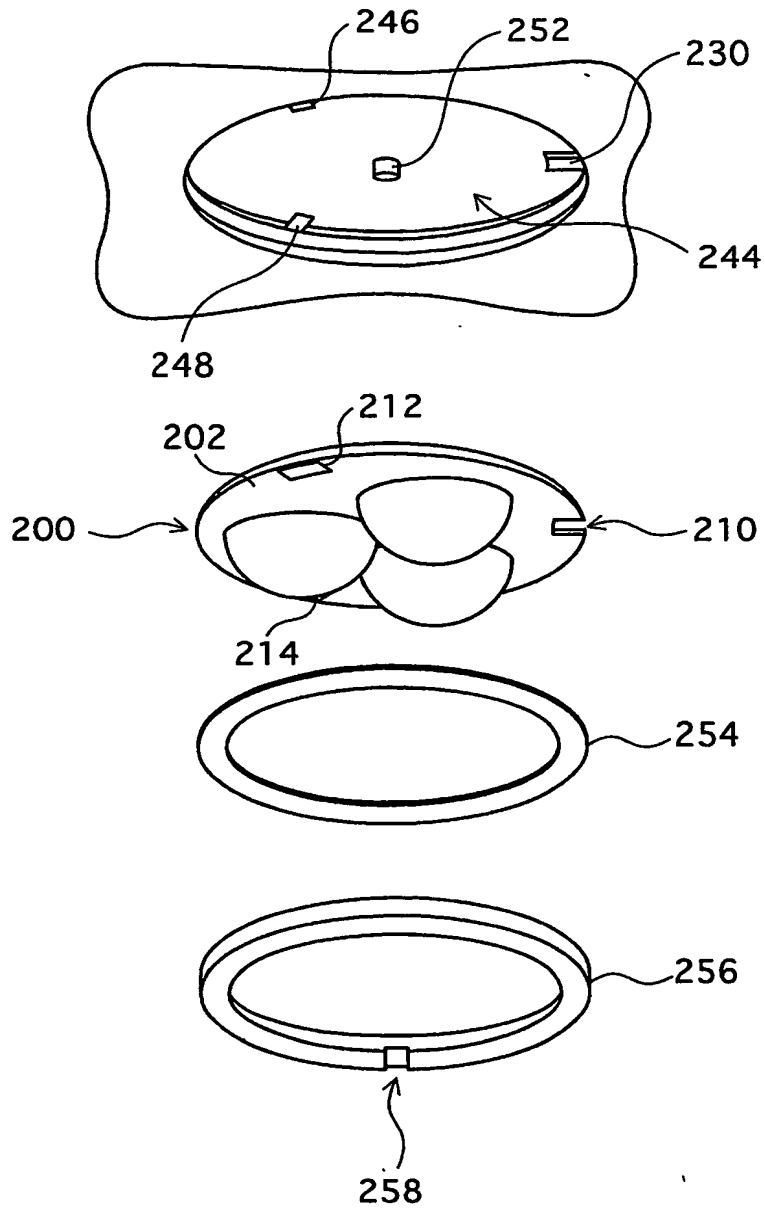
(a)



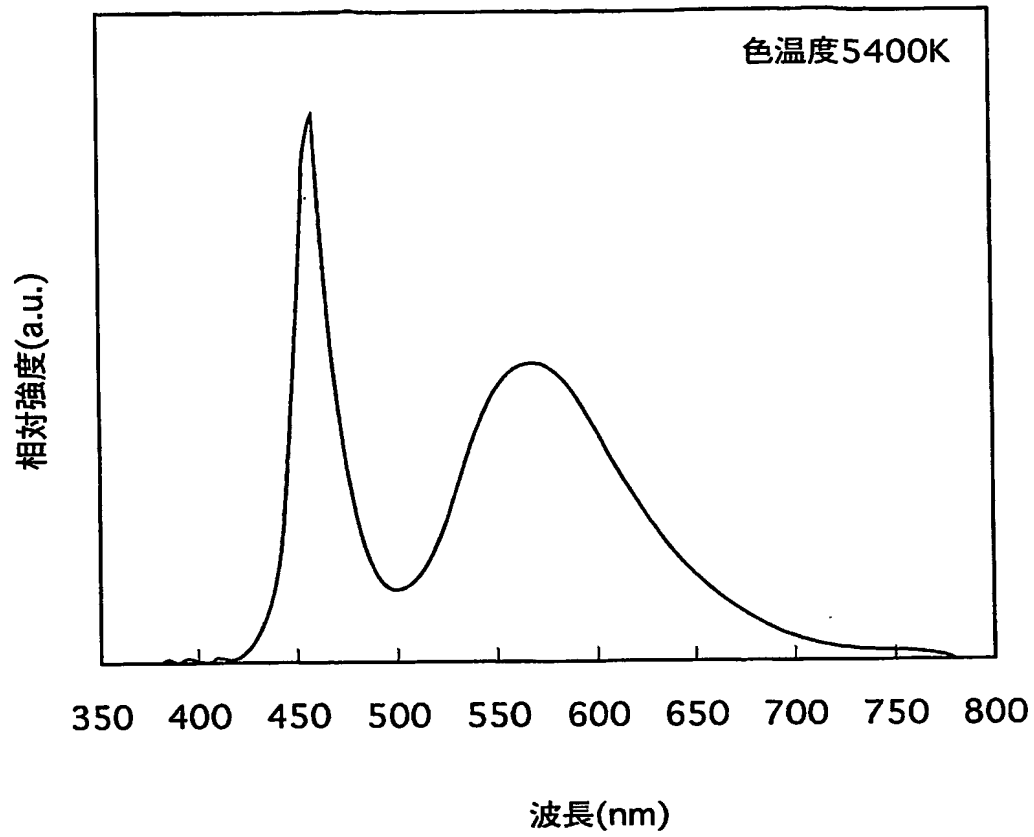
(b)



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 部品点数や工程を増加することなく、完成品の歩留まりを向上することが可能な半導体発光装置を提供すること。

【解決手段】 LEDアレイチップ2（半導体発光装置）は、基板7と、当該基板7上に結晶成長によって形成された35個のLED6からなるLEDアレイと、当該LEDアレイを取り囲むように形成された基板露出部7と、基板露出部7と前記LEDアレイとを覆う蛍光体膜48を備えている。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 0 5 4 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.